

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

# Offenlegungsschrift

⑯ DE 195 10 009 A 1

⑯ Int. Cl. 8:

D 21 F 7/00

G 01 N 33/34

G 01 J 3/00

G 05 D 25/00

⑯ Anmelder:

Siemens AG, 80333 München, DE

⑯ Erfinder:

Gerdemann, Ulrich, Dipl.-Ing., 91094  
Langensendelbach, DE; Furumoto, Herbert, Dr.-Ing.,  
91052 Erlangen, DE; Zeiner, Gerhard, Dipl.-Ing.,  
70563 Stuttgart, DE

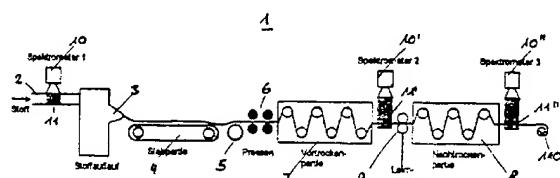
⑯ Entgegenhaltungen:

WO 95 08 019  
= EP 94 02 954

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Verfahren und Vorrichtung zur Prozeßführung bei der Papier- und Kartonherstellung

⑯ Es wurde bereits vorgeschlagen, zur Herstellung von deinktem Zellstoff Meßeinrichtungen zur Erfassung spektraler und/oder physikalischer Kennwerte mit einem nachfolgenden neuronalen Netz einzusetzen, wodurch Korrekturgrößen für eine vorhandene Regel- oder Steuereinrichtung für die Betriebsmittel gewonnen werden. Gemäß der Erfindung werden mit den Meßeinrichtungen die Ausgangsstoffe für die Papier- und Kartonherstellung und/oder deren Zwischen- bzw. Endprodukte erfaßt. Damit sind insbesondere Aussagen über die Papier- und Kartonqualität möglich, wobei Signale für eine Rückwärts- und/oder Vorwärtssteuerung ableitbar sind.



DE 195 10 009 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 07. 96 602 039/94

9/27

DE 195 10 009 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Prozeßführung bei der Papier und Kartonherstellung unter Verwendung wenigstens einer Meßeinrichtung zur Erfassung spektraler und/oder physikalischer Kennwerte und wenigstens einer Regel- oder Steuereinrichtung für die eingesetzten Betriebsmittel.

Mit der älteren, nicht vorveröffentlichten europäischen Patentanmeldung 93114865.2 (entspr. PCT/EP 94/02954) wird eine Vorrichtung zum Betrieb einer Anlage speziell zur Erzeugung von deinktem Zellstoff vorgeschlagen, welche zumindest eine Altpapieraufbereitung enthält, der eine Entwässerungsmaschine oder mindestens eine Papiermaschine nachgeschaltet ist. Dabei sind bereits Meßeinrichtungen zur Erfassung spektraler und/oder physikalischer Kennwerte der Altpapiersuspension verwendet, wobei entweder die Meßeinrichtung der Altpapieraufbereitung zugeführt wird oder letztere an ihr vorbeilaufen. Weiterhin sind dort Regel- oder Steuereinrichtungen für die Betriebsmittel der Altpapieraufbereitung verwendet und mindestens ein, in Form eines oder mehrerer paralleler neuronaler Netze ausgeführter Zustandsanalysator für die Altpapiersuspension vorhanden, welcher mittels der Kennwerte der Meßeinrichtung Steuergroßen zur Prozeßführung an den Regel- oder Steuereinrichtungen der Betriebsmittel für die Altpapieraufbereitung liefert.

Bei der vorbeschriebenen Vorrichtung zur Herstellung von deinktem Zellstoff unter Verwendung eines möglichst großen Anteiles von Altpapier besteht das Problem insbesondere darin, daß die Qualität des in die Anlage eingebrachten Altpapiere stark schwankt. Beispielsweise können von der jeweiligen Mischung des Altpapiere stark veränderliche Anteile z. B. an bunten illustrierten Papieren, grauen Zeitungspapieren, weißen Papieren, verschmutzten Papieren, Altbüchern z. B. mit Kleberücken, wie z. B. Telefonbücher, Kartonagen, Verpackungen, beschichteten Papieren sowie Verschmutzungen aller Art vorhanden sein. Die in der älteren Patentanmeldung vorbeschriebene Vorrichtung löst diese Probleme in befriedigender Weise.

Aufgabe vorliegender Erfindung ist es demgegenüber, das der vorbeschriebenen Vorrichtung zugrundeliegende Meßprinzip in allgemeinem Zusammenhang bei der Papierherstellung einzusetzen.

Die Aufgabe ist erfundungsgemäß dadurch gelöst, daß mit den Meßeinrichtungen der eingangs genannten Art die Ausgangsstoffe der Papier- und Karton und/oder die Zwischen- bzw. Endprodukte erfaßt werden. Vorteilhafterweise können dadurch Vorhersagen über die Produktqualität abgeleitet werden.

Mit der Erfindung ergibt sich die Möglichkeit einer Online-Messung mit dem Spektrometer. Durch geeignete Auswertung mit Berechnung der Qualitätsparameter des Papiers oder des Kartons können Online die qualitätsbeeinflussenden Parameter bei der Stoffaufbereitung und der Papier- oder Kartonmaschine beeinflußt werden. Die bei der bisher üblichen Labormessung entstehenden Verzögerungszeiten entfallen somit.

Bei der Erfindung ergibt sich gleichermaßen die Möglichkeit, daß Signalgrößen zur Rückwärtsregelung bei sogenannten Stoffaufbereitung vor der verwendeten Papiermaschine einerseits und zur Vorwärtsregelung der Papiermaschine selbst abgeleitet werden. Bei der Rückwärtsregelung werden die Parameter der Stoffaufbereitung derart eingestellt, um die für eine bestimmte

Papier- oder Kartonqualität erforderliche Stoffqualität zu produzieren. Bei der Vorwärtsregelung werden dagegen die Parameter der Papier- oder Kartonmaschine derart eingestellt, um bei einer gegebenen Stoffqualität eine bestimmte Papier- oder Kartonqualität zu erreichen.

Bei der zugehörigen Anordnung werden Spektroskopie bzw. Spektrometer insbesondere zur Aufnahme von spektralen Verteilungen oder Gesamtspektren verwendet. Im Rahmen der Erfindung können als Zustandsanalysatoren in vorbeschriebener Weise neuronale Netze zur Auswertung der spektralen und/oder physikalischen Kennwerte eingesetzt. Als Eingangsgrößen für die neuronalen Netze wird vorteilhafterweise die diffuse Rückstrahlintensität oder die diffuse Durchstrahlintensität ausgewählter Spektralbereiche benutzt. Vorteilhafterweise lassen sich weitere Parameter der Stoffsuspension oder des Papiers oder Kartons, beispielsweise Konstanz, Feuchte, Flächengewicht und ähnliches als Eingangsgrößen für die neuronalen Netze verwenden. Ausgangsgrößen der neuronalen Netze sind mechanische Qualitätsparameter des produzierten Papiers oder Kartons, wie insbesondere der sogenannte CMT-Faktor, die Reißlänge, der Berstdruck und andere für die Praxistauglichkeit des Papiers bedeutsame Faktoren. Die neuronalen Netze können mit im Labor offline gemessenen Qualitätsparametern trainiert werden.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Figurenbeschreibung von Ausführungsbeispiel anhand der Zeichnung in Verbindung mit den Patentansprüchen. Es zeigen in schematischer Darstellung

Fig. 1 ein Anwendungsbeispiel zur Papierherstellung,  
Fig. 2 und 3 jeweils zwei neuronale Teilnetze als Zustandsanalysatoren bei Fig. 1 und  
Fig. 4 bis 7 Alternativen für den Einsatz von Spektrometern.

In den Figuren haben gleiche bzw. gleichwirkende Teile entsprechende Bezugszeichen. Die Figuren werden teilweise gemeinsam beschrieben.

In Fig. 1 ist eine Anlage zur Papiererzeugung mit 1 bezeichnet, die im wesentlichen aus dem sogenannten Stoffeinlauf 2, der eigentlichen Papiermaschine mit Stoffauflauf 3, einem nachfolgenden Siebförderband 4 zum Transport der feuchten Papierbahnen, weiteren Rollenbahnen 5 bis 8 zum Trocknen und Aufwickeln des Papiers sowie einer Leimpresse 9 besteht. Insbesondere die Leimpresse 9 kann zwischen Trocknungseinrichtungen 7 und 8 angeordnet sein. Derartige Anlagen zur Papiererzeugung sind in vielfältiger technischer Ausgestaltung bekannt und in der Praxis im Einsatz.

In der Anlage gemäß Fig. 1 ist ein erstes Spektrometer 10 im Bereich des Stoffeinlaufes 1 vorhanden, dessen Meßfläche 11 auf den flüssigen Stoff gerichtet. Ein zweites Spektrometer 10' ist vor der Leimpresse 9 mit seiner Meßfläche 11' direkt auf die Papierbahn 110 gerichtet. Weiterhin ist ein drittes Spektrometer 10'' mit seiner Meßfläche 11'' nach der Leimpresse 9 auf das beileimte Papier vor der Aufwickelvorrichtung angeordnet.

In Fig. 2 ist ein dreischichtiges neuronales Netz mit 20 bezeichnet, das beispielhaft aus Eingangsneuronen EN1 bis EN7 sowie weiteren Neuronen ZN1 bis ZN5 und einem zugehörigen Ausgangsneuron AN1 besteht. Mit dem neuronalen Netz 20 wird das Spektrum des ersten Spektrometers 10 ausgewertet, wobei als Eingänge für das neuronale Netz 20 die Rückstrahlintensitäten  $I_1$  bis  $I_n$  von bevorzugten Wellenlängen  $\lambda_i$  des schematischen Diagramms in Fig. 2a verwendet werden. Aus den In-

tensitäten  $I_i$  mit  $i = 1, -n$  lassen sich Aussagen über die Qualität des herzustellenden Papiers gewinnen. Diese können einerseits die Rückwärtsregelung bei der Stoffaufbereitung und andererseits zur Vorwärtsregelung bei der Papiermaschine 1 selbst verwendet werden.

In Fig. 3 ist ein weiteres neuronales Netz 30 dargestellt, das Eingangsneuronen EN8 bis EN12 und weitere Neuronen ZN6 bis ZN9 und ein Ausgangsneuron AN2 hat. Mit diesem zweiten neuronalen Netz werden die Spektrometer 10' bzw. 10" in entsprechender Weise wie bei Fig. 2 ausgewertet. Es empfiehlt sich als weitere Eingangsgröße die Feuchte der Papierbahn 110 als Meßgröße zu verwenden. Damit lassen sich Aussagen über die Produktqualität des fertigen Papiers oder des Kartons gewinnen. Weiterhin können mechanische Parameter wie der sogenannte CMT-Faktor, die Reißlänge und der Berstdruck erhalten werden.

Es ist auch möglich für die beiden weiteren Spektrometer 10' und 10" je ein eigenes neuronales Teilnetz vorzusehen. Die neuronalen Teilnetze gemäß den Fig. 2 und 3 können weiterhin zusammengefaßt werden, wobei durch deren Verknüpfung die Sicherheit für die Ableitung der Meßgrößen verbessert wird.

Aus den Darstellungen gemäß den Fig. 4 bis 7 ergeben sich die alternativen Einsatzmöglichkeiten von Spektrometern im Rahmen der Papier- und Kartonherstellung. In den Fig. 4 bis 7 ist jeweils einheitlich eine Einheit 50 zur Stoffaufbereitung, eine sogenannte Stoffzentrale 70, eine Papiermaschine 100, welche der Papiermaschine 1 gemäß Fig. entspricht, und ein der Papiermaschine zugeordnetes neuronales Netz 200 vorhanden, welches den neuronalen Netz 20 der Fig. 1 entspricht. Die Einheiten 50, 70, 100 und 200 sind in einen Funktionskreis eingebunden.

In Fig. 4 ist das Spektrometer 10 gemäß Fig. 1 der Einheit 50 zur Stoffaufbereitung zugeordnet. Es können dort beispielsweise Zellstoff, oder unterschiedliche Altpapiermaterialien gemessen werden, was durch die parallelen Pfeile angedeutet ist. Über die Stoffzentrale 70 gelangt geeignetes Ausgangsmaterial zur Papiermaschine 100. Dem neuronalen Netz werden neben den Signalen des Spektrometers die Maschinenparameter und die Daten über die geforderte Papierqualität zugeführt. Nach einem Offline-Training über Labormessung am gefertigten Papier, lassen sich mit den neuronalen Netz 200 die erforderlichen Mischungsparameter zur Stoffzentrale geben.

In Fig. 5 erfolgt die Messung mit dem Spektrometer 10 beim Stoffeinfülllauf für die Papiermaschine 100, also nach der Stoffzentrale 70. Bei prinzipiell gleichem Aufbau des neuronalen Netzes 200 ergeben sich hier die Möglichkeit, Stellsignale für die Stoffaufbereitung 50 einerseits und Stellgrößen für die Papiermaschine 100 andererseits zu generieren.

Bei der Anordnung gemäß Fig. 6 wird das Spektrometer 10 am bereits gefertigten Papier bzw. Karton, also innerhalb der Papiermaschine 100 eingesetzt. Entsprechend Fig. 6 lassen sich mit dem neuronalen Netz ebenfalls Stellgrößen für die Papiermaschine 100 einerseits, aber auch Stellsignale für die Stoffaufbereitung 50 und die Stoffzentrale 70 gewinnen.

Bei den in den Fig. 4 bis 6 dargestellten Alternativen ist das neuronale Netz 200 jeweils der Papiermaschine 100 zugeordnet, wobei die geforderten mechanischen Papierqualitätsdaten als wesentliche Kenngrößen vorgegeben werden. In Fig. 7 ist ein Beispiel angegeben, das speziell die Stoffaufbereitung, also die Einheit 50 der Fig. 4 bis 6, betrifft. Neben der Einheit 50 für die Stoff-

aufbereitung mit bekannten Einheiten die einem sogenannten Pulper, einem Refiner oder dergleichen ist hier weiterhin eine Einheit für die Stoffauflösung 55 vorhanden, mit der im wesentlichen Altpapier aufbereitet wird.

In Fig. 7 ist der Einheit 50 für die Stoffaufbereitung ist ein neuronales Netz 220 zugeordnet, dem als Kenngrößen die geforderten Phasenqualitäten eingegeben werden. Mit dem Spektrometer 10 wird in diesem Fall vor der eigentlichen Stoffaufbereitung 50 am aufgelösten Stoff gemessen und die gemessenen Intensitätssignale in das neuronale Netz 220 eingegeben. Nach einem geeigneten Training des neuronalen Netzes 220 lassen sich anhand der Meßwerte geeignete Stellsignale für die Stoffaufbereitung gewinnen.

In den einzelnen Beispielen wurde gezeigt, daß durch Online-Messung mit einem oder mehreren Spektrometern und Auswertung mit einem oder mehreren neuronalen Netzen und Bestimmung der Qualitätsparameter des Papiers oder des Kartons online die qualitätsbestimmenden Parameter der Stoffaufbereitung und der Papier- oder Kartonmaschine beeinflußt werden können. Gegenüber den bisherigen diskontinuierlichen Verfahren anhand von Labormessungen entfallen damit störende Verzögerungszeiten.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Prozeßführung bei der Papier- und Kartonherstellung unter Verwendung einer Meßeinrichtung zur Erfassung spektraler und/oder physikalischer Kennwerte und einer Regel- oder Steuereinrichtung für die Betriebsmittel, dadurch gekennzeichnet, daß mit den Meßeinrichtungen (10, 10', 10'') die Ausgangsstoffe bei der Papier- und Kartonherstellung und/oder die Zwischen- bzw. Endprodukte erfaßt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die diffuse Rückstrahlintensität ( $I_i$  mit  $i = 1, -n$ ) ausgewählter Spektralbereiche gemessen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die diffuse Durchstrahlintensität ausgewählter Spektralbereiche gemessen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, unter Verwendung einer Papier- oder Kartonmaschine, dadurch gekennzeichnet, daß die der Papier- oder Kartonmaschine (1, 100) zugeführte Stoffsuspension erfaßt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, unter Verwendung einer Papier- oder Kartonmaschine, dadurch gekennzeichnet, daß das auf der Papier- oder Kartonmaschine (1, 100) laufende Papier oder Karton erfaßt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Stoffsuspension und/oder das Papier bzw. der Karton kontinuierlich erfaßt werden.
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens die Signale der Meßeinrichtung (10, 10', 10'') für die spektralen Kennwerte von wenigstens einem neuronalen Netz (20, 30, 200, 220) bewertet und daß daraus Aussagen über die Produktqualität abgeleitet werden.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die neuronalen Netze (20, 30, 200, 220) mit den im Labor gemessenen Qualitätsparametern des Papiers oder des Kartons trainiert werden.
9. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekenn-

zeichnet, daß Signalgrößen zur Rückwärtsregelung bei der sogenannten Stoffaufbereitung (50) abgeleitet werden.

10. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß Signalgrößen zur Vorwärtsregelung bei der verwendeten Papiermaschine (100) abgeleitet werden.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einer Stoffzentrale zur Stoffaufbereitung für die Papier- und Kartonherstellung dadurch gekennzeichnet, daß die Stoffmischung in der Stoffzentrale (70) entsprechend den spektralen Kenngrößen der einzelnen Ströme oder an Hand des Gesamtspektrums des die Stoffzentrale (70) verlassenden Stoffe erfolgt.

12. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 2 bis 11, mit wenigstens einer Meßeinrichtung zur Erfassung spektraler und/oder physikalischer Kennwerte und wenigstens einer Regel- oder Steuereinrichtung für die eingesetzten Betriebsmittel, wobei die Meßeinrichtung ein Spektrometer (10, 10', 10'') zur Erfassung von Intensitätsmeßwerten ( $I_i$ ) bei unterschiedlichen Wellenlängen ( $\lambda_i$ ) ist, von denen durch geeignete Auswertung Korrektursignale für die Regel- oder Steuereinrichtung ableitbar sind.

13. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß zur Auswertung wenigstens ein neuronales Netz (20, 30, 220, 230) vorhanden ist.

5

10

15

20

25

30

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

---

35

40

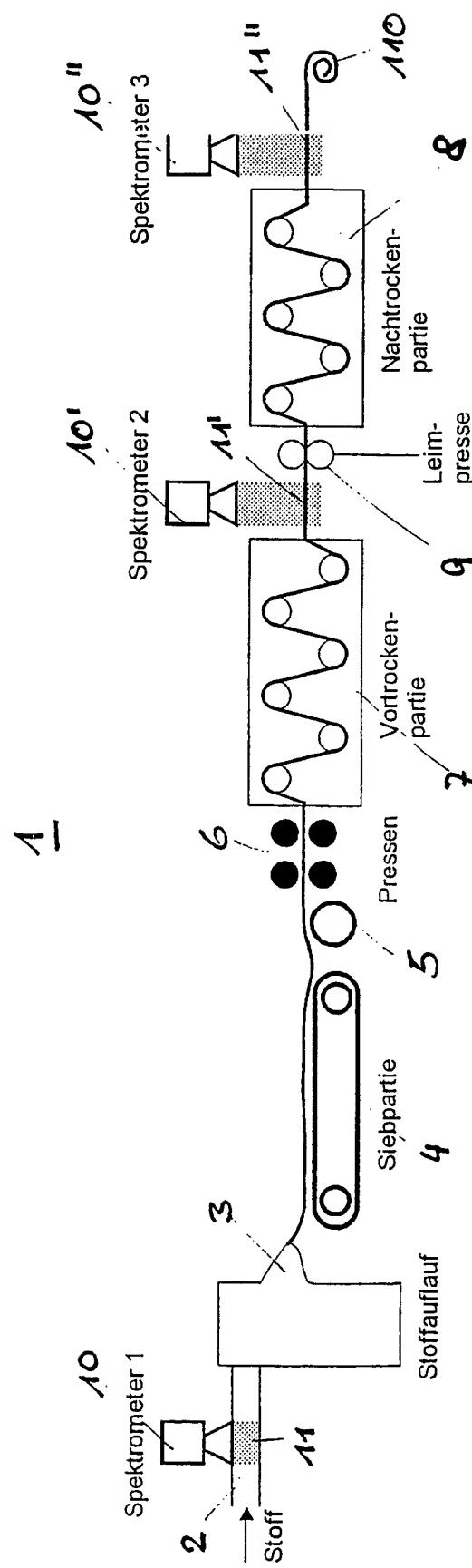
45

50

55

60

65



Einsatzorte der Spektrometer an der Papiermaschine  
Figur 1

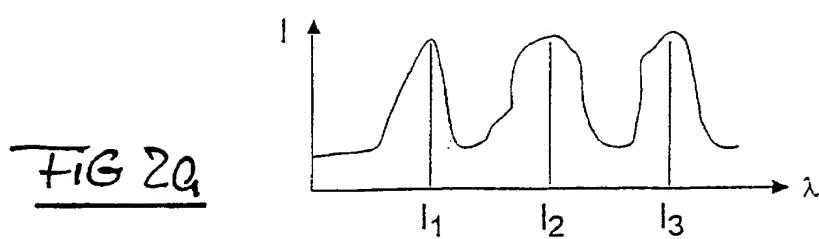
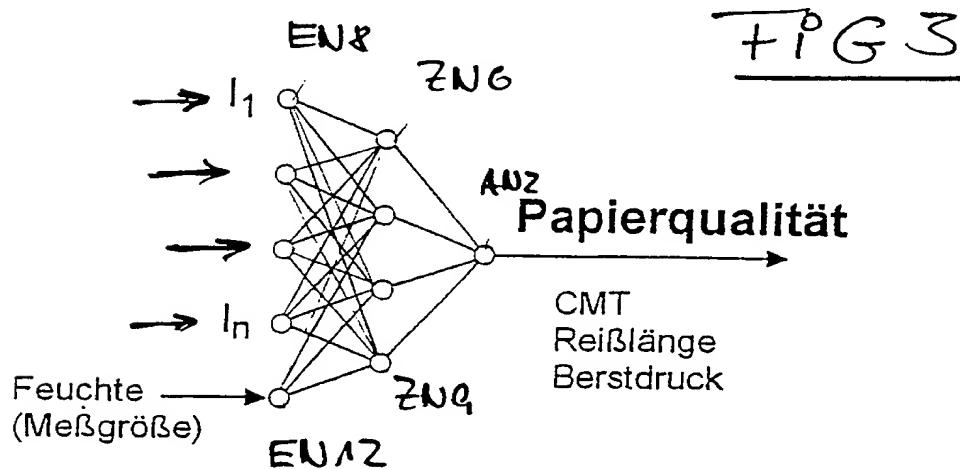
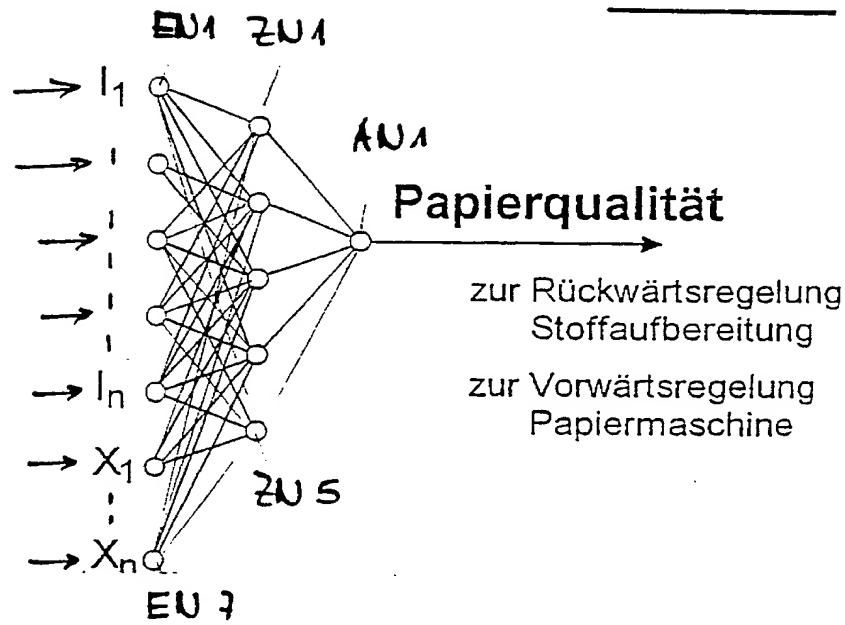
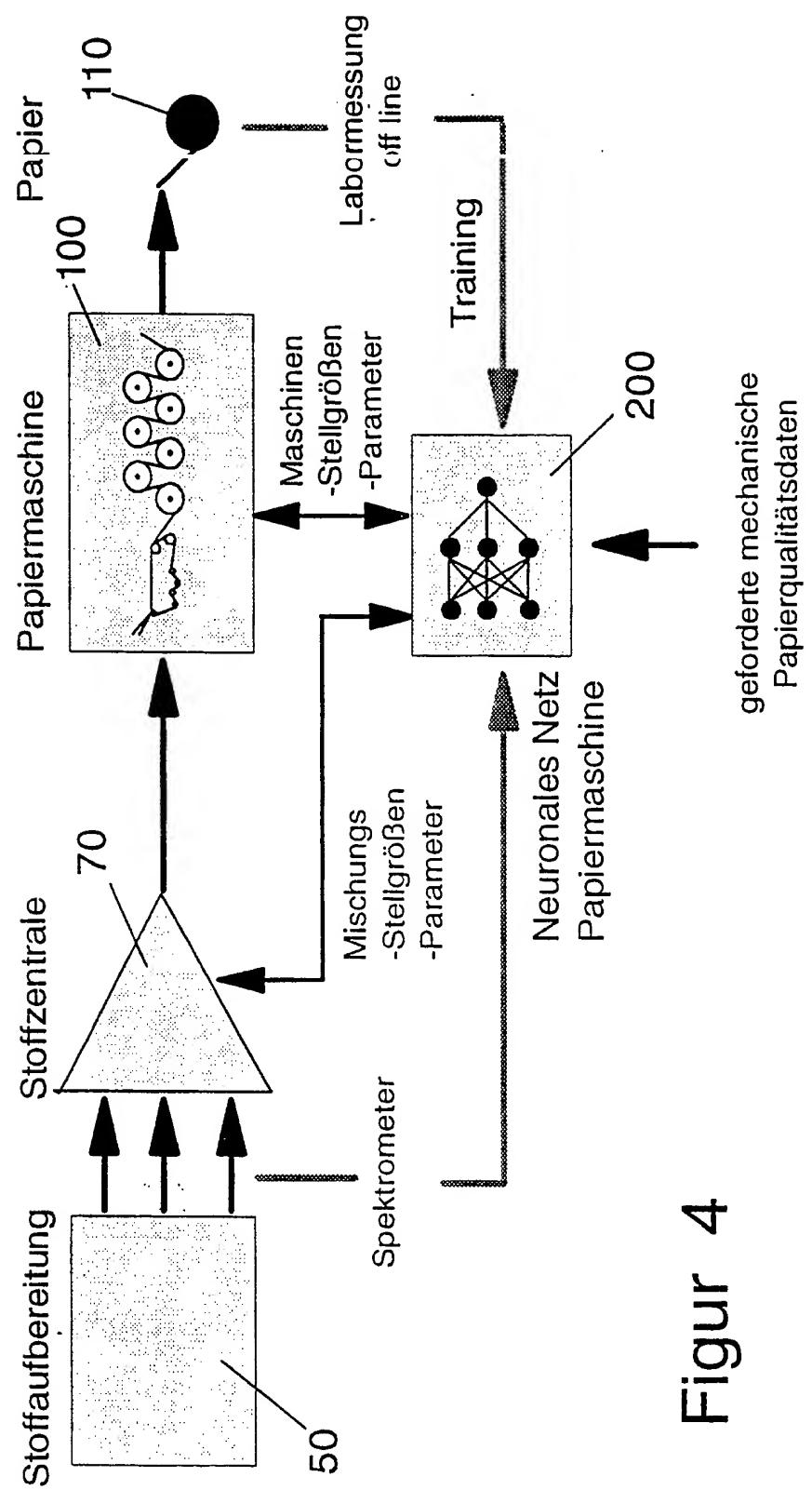


FIG 2a

FIG 2

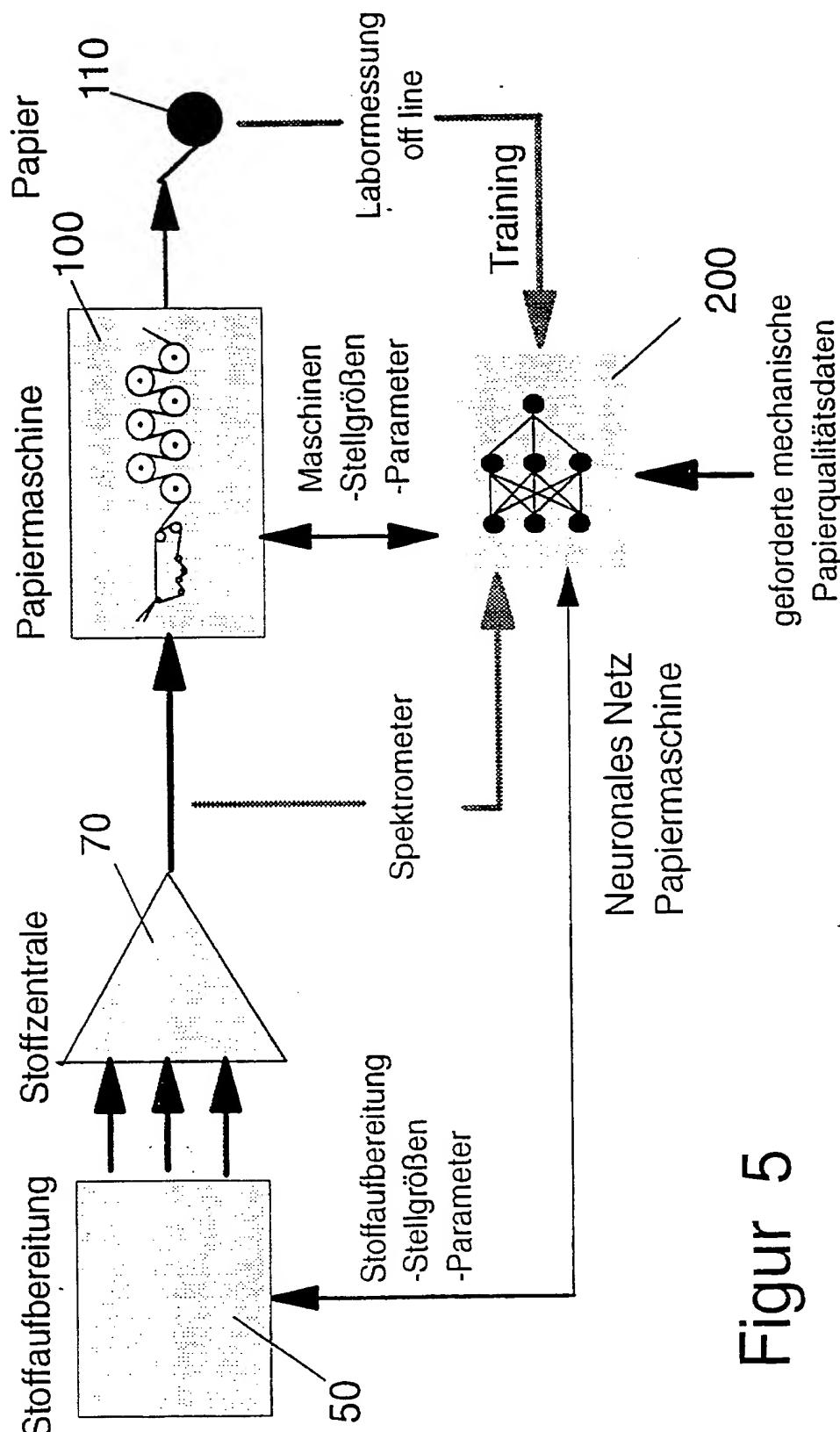


# Papiermaschine



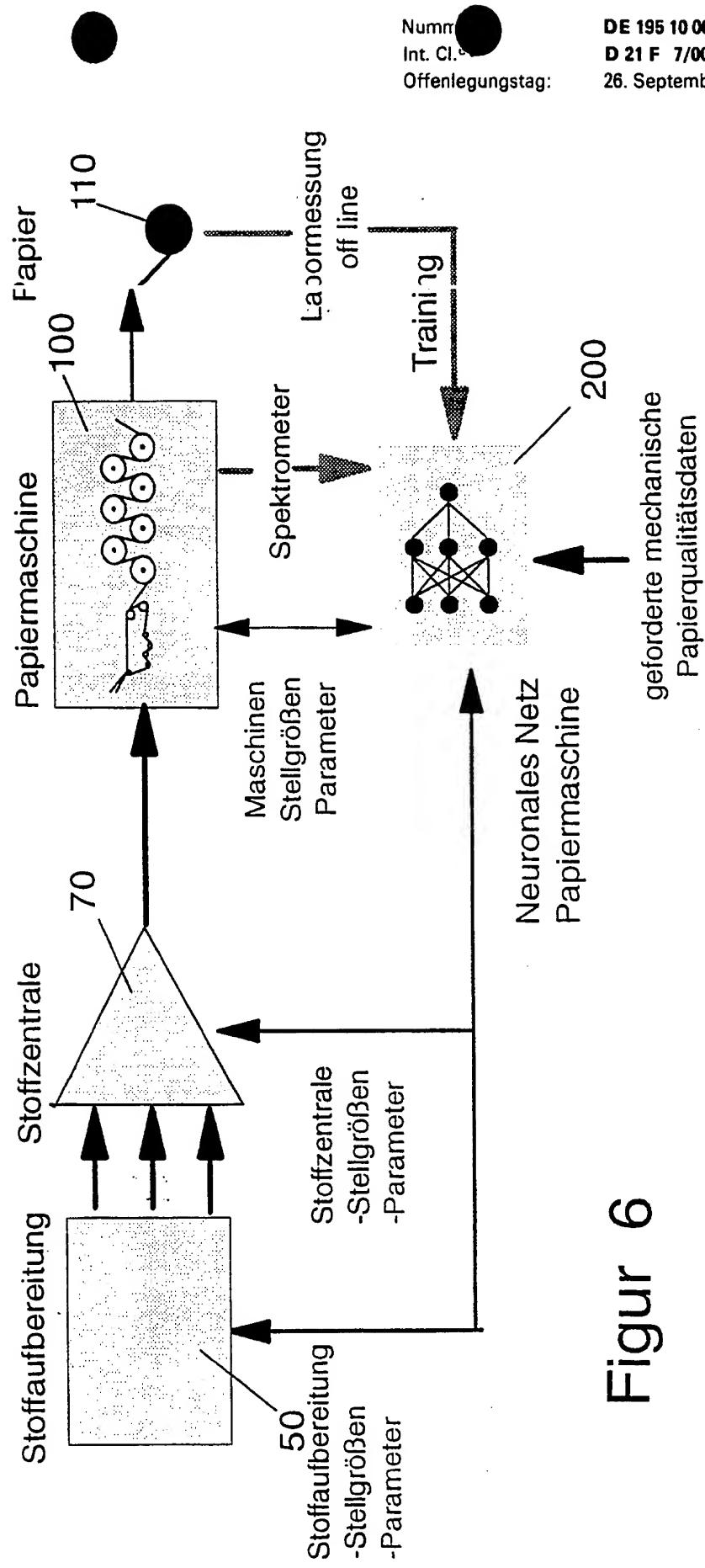
## Figur 4

# Papiermaschine



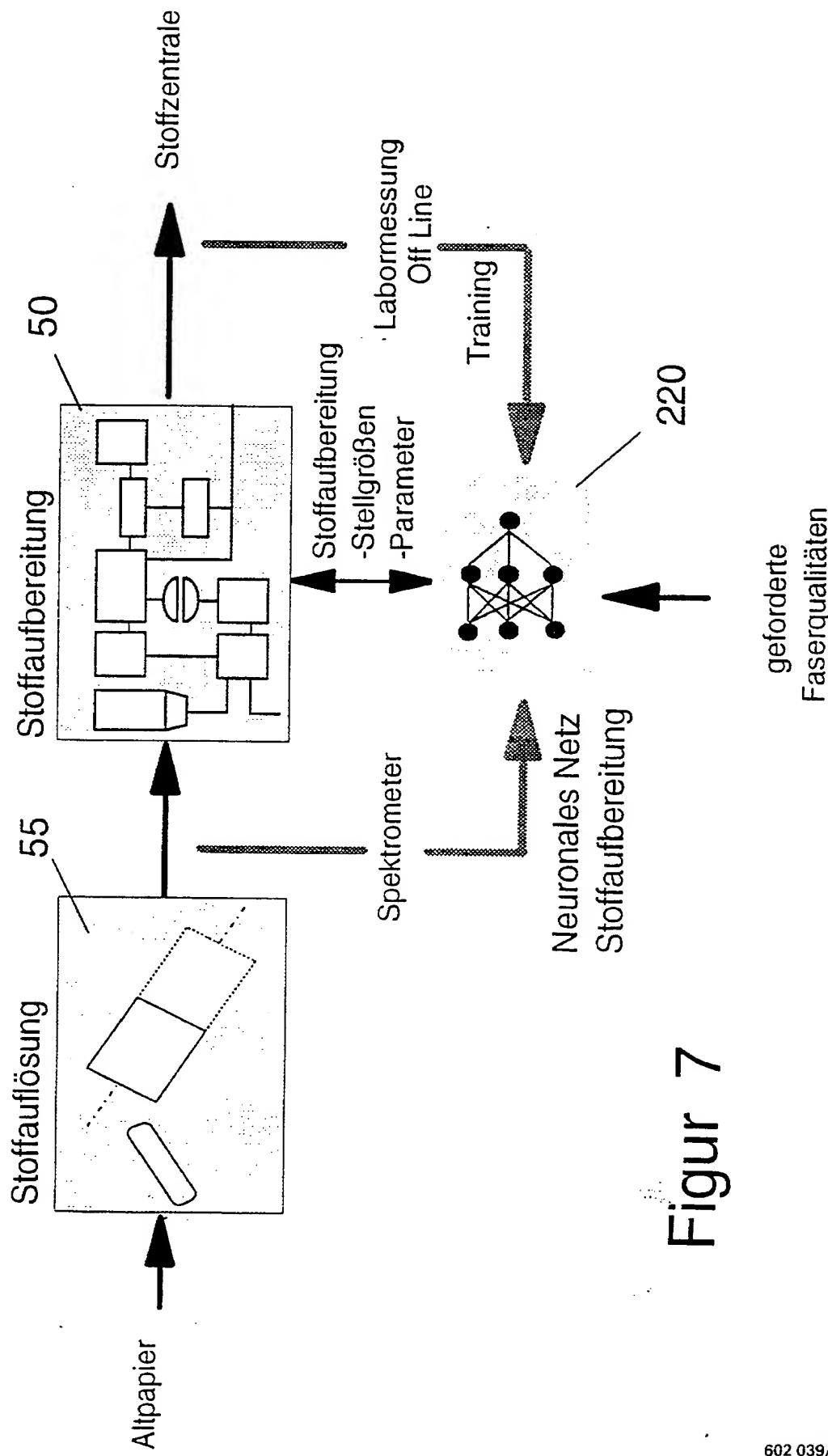
## Figur 5

# Papiermaschine



## Figur 6

# Stoffaufbereitung Beispiel Altpapier



Figur 7